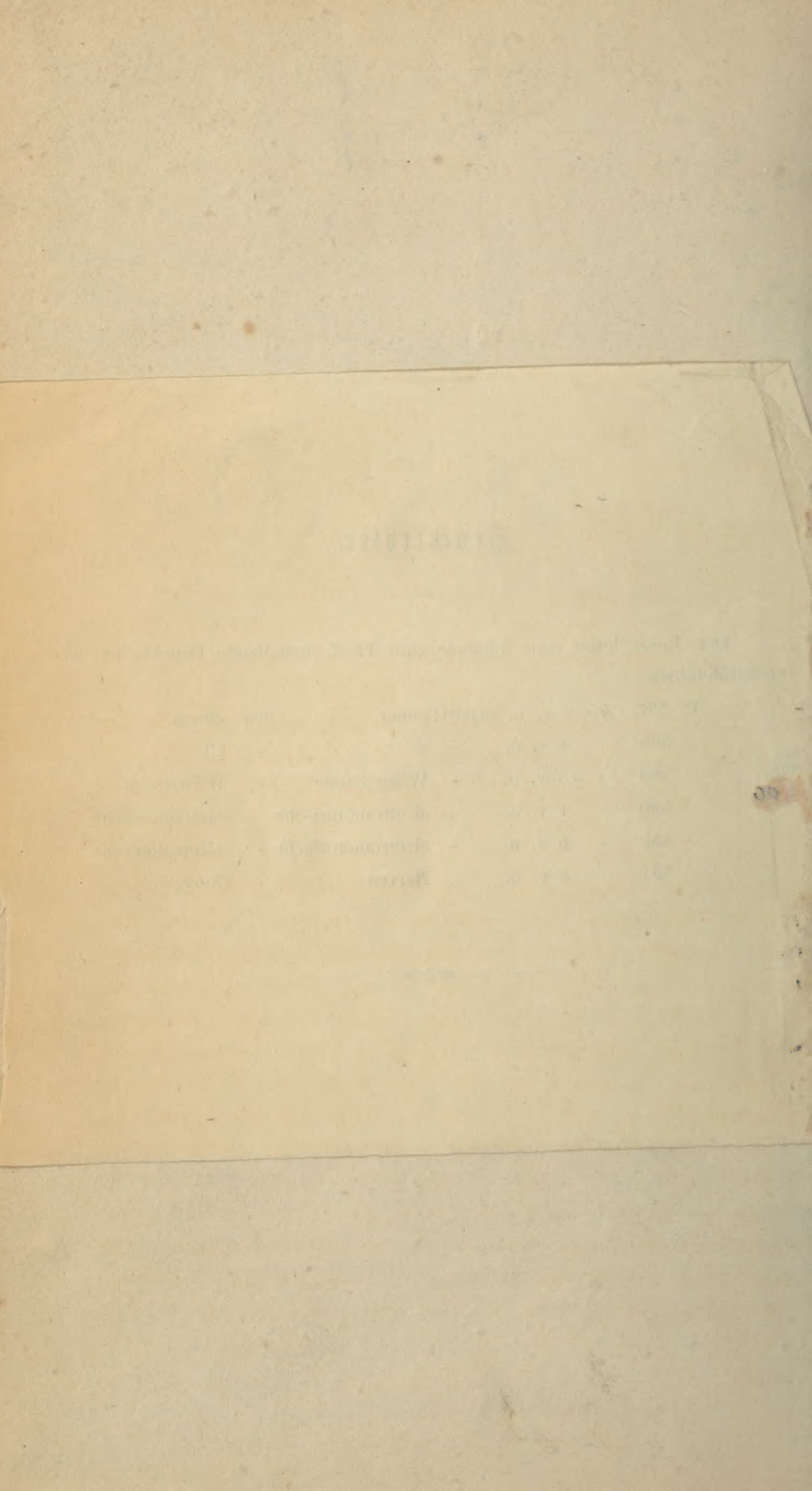
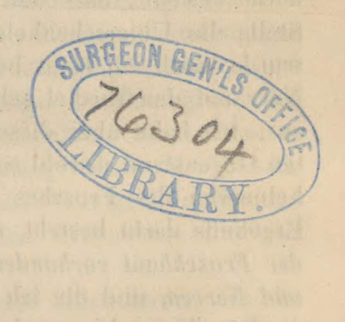
Druckfehler.

Den Leser bittet man folgende zum Theil entstellende Druckfehler zu berücksichtigen:

P.	Z.		anstatt:		lies	
P. 537	Z.	9 v. u.	anstatt:	einen	lies	einem
539	-	4 v. u.	-	U	-	Cl
548	-	13 v. o.	-	Wirbelbande	-	Wirbelende
550	-	1 v. o.	-	electromotorische	-	electrotonische
550	-	5 v. u.	-	electromotorische	-	electrotonische
551	-	8 v. o.	-	Nerven	-	Nerve



22



II. *Ueber den galvanischen Strom, welcher sich in der Haut des Frosches zu erkennen giebt;*

·n Julius Budge, Professor in Greifswald.

Im Sommer vorigen Jahres, welcher sich bekanntlich durch grofse Trockenheit und Wärme auszeichnete, gelang fast ohne Ausnahme bei dem grünen Wasserfrosche (*rana esculenta*) das bekannte Experiment von Galvani und A. v. Humboldt, Zuckung ohne Metalle hervorzubringen, wenn man den Schenkelnerven einen Unterschenkel-Muskel mittelst eines Glasstäbchens näherte. Schon wenn der Querschnitt des Nerven den Längsschnitt des Muskels berührte, ja manchmal wenn die natürlichen Längsschnitte beider Theile mit einander verbunden wurden, in anderen Fällen erst, wenn der Längsschnitt des Nerven an Quer- und Längsschnitt des Muskels gelegt wurde, zeigte sich Zuckung meistens allein bei der Schliefsung, oft auch bei der Oeffnung. Diese Erscheinung war so allgemein, dafs ich sie in der

melanges

Vorlesung sehr oft an demselben Thiere zu zeigen vermochte. Im Sommer des gegenwärtigen Jahres sah ich das Phänomen viel seltener, wenn ich in der angegebenen Weise experimentirte; hingegen konnte ich auf eclatante Weise diejenige Beobachtung wiederholen, welche von Pfaff, Joh. Müller und Hrn. Dubois-Reymond gemacht worden ist und die darin bestand, dafs die Zuckung nur erfolgte, wenn die Stelle des Unterschenkels, gegen die der Nerv umgebeugt wurde, noch mit Haut bedeckt war. Wurde hingegen der Nerv auf den Muskel selbst gebracht, so blieb die Zuckung aus. Ich habe über diesen interessanten, noch unaufgeklärten Gegenstand sowohl am Multiplicator, als auch am Schenkelnerven des Frosches Untersuchungen angestellt, deren Ergebnifs darin besteht, dafs auch ein *galvanischer Strom in der Froschhaut vorhanden ist*, *ebenso wie in den Muskeln und Nerven*, und die ich im Folgenden mittheilen werde.

Die Versuche wurden im August und September angestellt.

I. Nachweisung des Froschhautstromes durch den Multiplicator.

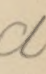
Das dazu angewandte Instrument von Hrn. Sauerwald in Berlin hat 30000 Windungen; die Drähte und Zuleitungsgefäfse sind von verquicktem Zink, die Bäusche stehen in einer concentrirteren Lösung von reinem schwefelsaurem Zinkoxyd.

Ueber Ströme, welche sich an der Hautoberfläche des Frosches offenbaren, finden sich bereits Untersuchungen von Hrn. Dubois-Reymond (Unters. über thier. Electricität 1860 II, 2, S. 9 fg.) vor. Er legte Stücke Froschhaut auf die Bäusche, fand zwar dabei starke Ausschläge, deren Richtung jedoch keine Gesetzmäfsigkeit zeigten. Bald indefs überzeugte er sich, dafs die Wirkung von der ungleichzeitigen Berührung mit den Bäuschen herrührte. Derjenige Bausch, welcher die Froschhaut zuletzt berühre, verhalte sich nämlich positiv gegen die Haut. Es komme daher darauf an, welcher Bausch zuerst über dieselbe gebrückt werde.

Die Wirkungen wären deshalb nur vorübergehend, die heftigsten Ausschläge hinterliefsen keine beständige Ablenkung. Es verhalte sich somit die Haut gegen die Bäusche, wie es auch von der ungleichzeitigen Benetzung von Metallen bekannt sey (Vergl. Dubois Unters. Bd. I, S. 210). Wenn nun einmal die Nadel auf Null gekommen sey, so gelinge es nicht mehr, durch ungleichzeitige Berührung derselben Bäusche einen Ausschlag zu erhalten. Berühre man hingegen *eine* von diesen Stellen und eine frische, dann erhalte man einen Ausschlag auch bei gleichzeitiger Berührung mit den Bäuschen. Um zwei Hautstellen unwirksam zu machen, so dafs sie bei ungleichzeitiger Berührung keinen Strom mehr geben, reiche schon aus, die Bäusche einige Minuten umschlossen anzulegen oder ein Stück Froschhaut nur mit Kochsalz zu berühren.

Ferner beobachtete der Verfasser einen Strom von der äufseren zur inneren Hautfläche gehend, wenn er den Bausch für die äufsere Oberfläche zuletzt auflegte [1]). In der inneren Hautfläche hingegen fehlten die Ströme trotz der ungleichzeitigen Berührung. Wurden anstatt der Salzbäusche Wasserbäusche angewandt, so zeigten sich Ströme zwar wie bei jenen von der äufsern Berührungsstelle zur innern, aber es ergab sich ein constanter Ausschlag. Hr. Dubois glaubte, dafs die beständigen Wirkungen, welche man zwischen verschiedenen Stellen der äufseren Hautfläche mittelst der Wasserbäusche beobachtet, nichts anders seyen, als der Ausdruck des Unterschiedes der Triebkräfte, die an beiden Stellen beständig im Sinne aus dem Bausch in die Haut hineinwirken. Er prüfte ferner, ob beständige Stromesrichtungen zwischen der grünen und weifsen Gegend der äufsern Hautfläche, oder an symmetrischen Körperstellen, oder etwa der Länge nach sich nachweisen liefsen. Alles das führte zu keinem positiven Resultate. Nur war beständig

1) Von Hrn. [illegible]. Bernard und J. Regnauld sind gleichfalls Ströme an der Froschhaut beobachtet worden, welche der Art seyn sollen, dafs die äufsere Haut beständig gegen die innere Haut und die Muskeln sich negativ verhalte.



die aufsteigende Richtung zwischen Nacken und Rücken und die absteigende zwischen Nacken und Unterschenkeln.

Schliefslich hält der Verfasser (S. 21) es für fraglich, ob die Ströme, welche durch die Hautungleichartigkeiten des Frosches entstehen, überhaupt unter die Begriffsbestimmung der physiologischen Elektricität gehören.

Meine Untersuchungen hingegen beweisen unwiderleglich die Unrichtigkeit dieser Ansicht und thun auf das Entschiedenste dar, dafs in *der Froschhaut eine ganz bestimmte Stromentwickelung stattfindet, und dafs die Richtung des Stromes im Multiplicatordraht von dem Querschnitt nach dem Längsschnitt* [1]) *geht.* Er ist mithin dem Muskelstrom entgegengesetzt, welcher bekanntlich vom Längsschnitt zum Querschnitt gerichtet. Beim Froschhautstrom verhält sich also der Querschnitt positiv gegen den Längsschnitt.

Um eine deutliche Wirkung zu erhalten, darf man nicht mit einer einfachen Hautschicht seine Versuche beginnen, sondern man mufs einen scharf abgeschnittenen Hautlappen öfters zusammenlegen, so dafs ein etwas dickeres cylindrisches Stück vorhanden ist, an welchem man mit einer scharfen Scheere einen sehr gleichmäfsigen Querschnitt herstellen kann. Legt man eine solche Rolle auf die Bäusche, ganz ebenso wie man mit einem Muskel verfährt, so dafs der eine Bausch mit dem ganzen Querschnitt in Berührung ist und auf dem anderen die Hautrolle der Länge nach aufliegt, so weicht auf der Stelle die Nadel in dem oben angegebenen Sinne ab, und erhält nach einiger Zeit eine constante Ablenkung. Es ist dabei ganz gleichgültig, ob erst der Längs- oder erst der Querschnitt oder beide zugleich aufgelegt werden. Es wird in der Richtung des Stromes nichts geändert. Von einem durch ungleichzeitige Berührung der Bäusche entstandenen Strom kann daher keine Rede seyn.

Wenn der Querdurchmesser nur wenige Millimeter beträgt, so erreicht der erste Ausschlag gewöhnlich die Hemmung und erhält eine constante Ablenkung von 50 bis 80°.

1) Unter Längsschnitt verstehe ich überall, wo dieses Wort vorkommt, die äufsere Oberfläche der Haut.

Bestimmte Zahlen lassen sich nicht angeben, da einmal von der Dicke und Länge der Rolle und zweitens von der Lebenskraft des Thieres sehr viel abhängt. Allmählich hört der Strom auf, er dauert aber viele Stunden lang. Ich habe z. B. in einem Falle beobachtet, dafs die constante Ablenkung Morgens 10 Uhr 70° und Abends 10 Uhr noch 50° betrug.

Wir sehen hier genau dasselbe Verhalten, wie beim Muskel, je gröfser unter übrigens gleichen Verhältnissen der Querschnitt ist, desto stärker fällt die constante Ablenkung aus. Die Länge der Rolle ist gleichfalls von sichtlichem Einflusse. So z. B. gab eine Rolle von 50^{mm} Länge eine constante Ablenkung von 62°, und eine solche von 10^{mm} desselben Stückes nur 54°.

Im Ganzen habe ich eine gröfsere Ablenkung von einer Hautrolle, als von einem Muskel gesehen; jedoch beträgt der Unterschied nicht viel. Um diefs bestimmter zu prüfen, habe ich mehre scharf abgeschnittene Hautstücke genau von derselben Länge genommen, wie der *musc. gastrocnemius* war, nachdem ich ihn mit einem künstlichen Querschnitte versehen hatte. Die Haut wurde dann auf die *eine*, der *musc. gastrocnemius* auf die andere Schale einer feinen Waage gelegt und soviel von der Haut abgeschnitten, dafs vollständiges Gleichgewicht vorhanden war. Es wurden nun hintereinander Muskel und Hautrolle auf die Bäusche gelegt, und zwar in der Richtung, dafs jeder in demselben Sinne abwich, d. h. also der Querschnitt des Muskels nach derselben Seite, nach welcher hin der Längsschnitt der Hautrolle gesehen hatte. Als der Muskel aufgelegt war, schlug die Nadel wider die Hemmung und zeigte einen constanten Ausschlag von genau 70°. Als hierauf die Hautrolle aufgelegt wurde, schlug gleichfalls die Nadel an die Hemmung und gab einen Ausschlag von 76°. Wenn auch bei allen meinen Versuchen die Hautrolle immer den Muskel übertraf, so möchte ich doch nicht mit Bestimmtheit eine solche Präponderanz aussprechen, da die Versuchszahl nicht ausreichend genug ist. Uebrigens kommt auch darauf voläufig

wenig an. Jedenfalls scheint in der Haut keine geringere elektromotorische Kraft als in dem Muskel, sich zu entwickeln.

Es läfst sich diefs auch noch in anderer Weise zeigen. Wenn man einen Muskel und eine Hautrolle gleichzeitig auf die Bäusche legt, jedoch so, dafs der positive Längsschnitt des Muskels denselben Bausch berührt, den der negative Längsschnitt der Hautrolle deckt, und eben so beide Querschnitte an den anderen Bausch stofsen, so heben sich die Wirkungen gegenseitig auf. Wenn wir also z. B. den Muskel so angelegt haben, dafs die Nadel in einer constanten Ablenkung von 70° ruhig steht und zwar nach Westen hin, und wir brücken nun, ganz nach derselben Gegend wie dort Quer- und Längsschnitt richtend, eine an Dicke entsprechende Haut über die Bäusche, so wendet sich mit der gröfsten Schnelligkeit die Nadel; es entstehen bedeutende Schwankungen weit über den Nullpunkt und endlich stellt sich die Nadel im Nullpunkt oder in der Nähe desselben nach der einen oder der anderen Seite ruhig ein. Wie weit das Zurückweichen stattfindet, hängt hauptsächlich von dem Verhältnisse der Querschnitte ab. Immer hat es mir aber geschienen, als wenn auch hier die elektromotorische Kraft der Haut stärker als die des Muskels sich zeigte. Wenn nun beide Theile, wie gesagt, aufliegen, und man nimmt den Muskel weg, so dreht sich die Nadel gegen Osten, nimmt man die Hautrolle weg, so kehrt sie wieder nach Westen zurück.

Ein analoges Verhalten stellt sich auch heraus, wenn man den Muskel mit der Haut umwickelt. Wir müssen bei diesem Gegenstande zunächst auf die Forschungen verweisen, welche über denselben von Hrn. Dubois gemacht worden sind. Er führt zunächst an, dafs bei nicht enthäuteten Gliedmafsen des Frosches der Muskelstrom ungleich schwächer, als nach der Enthäutung sey, dann aber, wenn man über den enthäuteten Muskel die Haut wieder ziehe, der Strom meist sehr viel stärker zu bleiben pflege, als er vor dem Abziehen der Haut war (Unters. II, 2 S. 24).

Er schreibt diese auffallende Erscheinung der von ihm entdeckten parelektronomischen Schicht zu. Er nimmt nämlich an, dafs an dem natürlichen Querschnitte eines Muskels (d. i. dem Sehnenende) eine leicht zerstörbare Schicht befindlich .sey, wodurch der Gegensatz zwischen Längs- und Querschnitt verdeckt und daher die regelmäfsige Stromes-Richtung verhindert werde. Diese werde zerstört durch Auflegen des Muskels auf Salzbausche oder Berührung mit andern Substanzen, woher es unter anderem komme, dafs ein ganz frischer Muskel nur schwache Ströme gebe, kurze Zeit auf die mit Salz getränkte Bausche gelegt, bedeutende Ausschläge zeige. Durch diese parelektronomische Schicht erklärt dieser Forscher auch die Erscheinung, von welcher wir hier sprechen. Die nicht enthäuteten Gliedmafsen sollen deshalb nur schwach elektromotorisch wirksam seyn, weil alle Muskeln auf einer mehr oder weniger hohen Stufe des parelektronomischen Zustandes sich befänden und weil die Haut für den Muskelstrom eine schwächende Nebenschliefsung darstelle. Würde dann die Haut abgezogen, so wäre nicht zu vermeiden, dafs die Muskeln mit Kochsalzlösung benetzt werden, also die parelektronomische Schicht vergehe, und sich der Strom entwickle.

In wie weit bei dem hier besprochenen Versuche der angebliche parelektronomische Zustand mit einwirke, darüber will ich vorerst nicht urtheilen. Soviel, glaube ich aber, steht fest, dafs die wichtigste Ursache dieses auffallenden Verhaltens nicht in diesem Zustande, sondern in dem Hautstrome zu suchen ist. Wird der nicht enthäutete Froschschenkel mit Querschnitt und Oberfläche in den Multiplicatorkreis gebracht und sorgt man dafür, dafs der Querschnitt der Haut den einen Bausch berührt und die Oberfläche der Haut den andern Bausch, und das der Muskelschnitt an keinem Ende an den Bäuschen anliegt, dann macht sich nur der Hautstrom bemerklich und man sieht vom Muskelstrom gar Nichts. Ganz anders verhält es sich, wenn man an beiden Enden die Haut zurückschiebt, dann zeigt sich der Muskelstrom allein, und man sieht vom Haut-

strome keine Wirkung. In vielen Fällen wird sowohl von der Haut als von dem Muskel ein gröfserer oder kleinerer Theil an den Bäuschen anliegen, dadurch wird der Muskelstrom vorhanden seyn, aber viel schwächer. Hat man die Haut weggenommen, und legt nun den Muskel allein kunstgerecht auf, was nicht wohl mit dem ganzen Gliede geschehen kann, so erhält man natürlich den richtigen Muskelstrom, vorausgesetzt, dafs der normale Zustand des Thieres vorhanden sey. Bedeckt man den Muskel dann mit seiner Haut, so hat man es in seiner Gewalt, ob man den Muskelstrom schwächen will oder nicht. Wenn nämlich die Lagerung so ist, dafs sowohl der Querschnitt der Haut als der des Muskels auf einem Bausche und *beide* Längsschnitte auf dem andern liegen, so fällt die constante Ablenkung geringer aus. Läfst man blofs den Muskel von Haut bedeckt, ohne dafs dieselbe beide Bäusche berührt, so hat man den ungetrübten Muskelstrom vor sich. Wenn man anstatt *einer* Hautlage zwei und immer mehr anwendet, jedoch so, dafs sowohl Muskel als Haut mit Quer- und Längsschnitten je einen Bausch berühren, so kann man den Muskelstrom nicht nur bis auf Null schwächen, sondern auch bei hinlänglich dicken Hautschichten bewirken, dafs die Nadel auf der entgegengesetzten Seite ihren constanten Ausschlag erhält.

Um ferner die Richtigkeit der Dubois'schen Annahme, dafs nach der Enthäutung die Aetzung mit Kochsalz den starken Strom veranlasse, zu prüfen, habe ich folgenden Versuch angestellt. An einem abgeschnittenen, nicht enthäuteten Schenkel habe ich zwei ganz kleine Schnitte (etwa 1^{mm} Durchmesser) in die Haut gemacht, um die Muskelfläche vor mir zu sehen, in einer dieser Oeffnungen trennte ich dann mit der Scheerenspitze ein wenig die Muskeloberfläche und legte nicht den Schenkel auf die Bäusche, sondern die verquickten Zinkelektroden selbst an den Längs- und Querschnitt des Muskels an, wobei ich sehr darauf achtete, dafs die Drähte die äufsere Hautfläche nicht berührten. Im Momente bewegte sich im rechten Sinne die

Nadel und zeigte eine relativ beträchtliche constante Ablenkung. Hier war also der Muskel beinahe ganz von der Haut bedeckt geblieben, er war möglichst in seiner natürlichen Umgebung, keinerlei Salzlösung hatte auf ihn eingewirkt, er war ganz frisch genommen worden, ein sehr kräftiges Thier (210^{mm} lang vom Kopf bis zu den Zehen). Alles diefs spricht dafür, dafs der Hautstrom, nicht aber die parelektronomische Schicht die Ursache ist, weshalb ein Froschglied vor der Enthäutung anders wirkt als nachher. Legt man eine Hautrolle in eine concentrirte Kochsalzlösung nur *eine* Minute, so ist schon der Strom beträchtlich geschwächt. Wenn auch die erste Ablenkung noch stark ist, so wird der constante Ausschlag viel geringer als vorher. Behandelt man einen Muskel in derselben Art, so ist zwar die Wirkung dieselbe, jedoch nicht so bedeutend, was sich daraus erklärt, dafs die Muskelfasern *zusammengewachsen* sind und die Flüssigkeit nicht so leicht in sie eindringen kann, als zwischen die Lagen der *zusammengelegten* Haut.

Ich habe bisher immer nur von zusammengerollter Haut gehandelt. Das Rollen hat dabei keinen Einflufs; es dient nur dazu, gröfsere Massen und somit gröfsere Ausschläge zu erhalten, auch ist die Herrichtung dadurch sehr leicht. Man kann aber auch an einem einzigen Hautstücke dasselbe Phänomen beobachten, wenn man es so anlegt, dafs man mit dem Querschnitt den einen, mit dem Längsschnitt jedoch nur der äufseren, nicht der inneren Hautfläche, den anderen Bausch berührt. Es ist nur wegen des geringen Durchmessers die Anordnung mühseliger. Man erhält auch hier eine gröfsere anfängliche, eine geringere constante Ablenkung. Zum Vergleiche habe ich einen breiten dünnen Bauchmuskel vom Frosche abgetrennt und auch diesen, wie die Haut gerollt. Es zeigte sich, wie zu erwarten war, auch in dieser Form der richtige Muskel-Ausschlag.

Endlich richtete ich meine Aufmerksamkeit auf die Frage, ob nur zwischen Quer- und Längsschnitt in der Froschhaut ein Strom sich entwickle, oder auch nach anderen Richtun-

gen. Bei den darüber angestellten Untersuchungen ergaben sich folgende Resultate:

1. *Starke Ströme mit bedeutenden constanten Ausschlägen werden nur erhalten, wenn der Querschnitt mit dem Längsschnitte in Verbindung gebracht wird, stets in der Richtung vom Quer- zum Längsschnitt.*

2. *Schwache Ströme entwickeln sich, wenn zwei Längsschnitte mit einander verbunden werden.* Jedoch findet sich hier ein ähnliches Verhältnifs, wie beim Muskelstrom (vgl. Dubois Untersuch. I, S. 516). Wenn nämlich diejenige Stelle der Rolle, welche auf dem *einen* Bausche aufliegt, ebenso weit von dem geometrisch mittleren Querschnitte der Rolle entfernt ist als diejenige Stelle, welche auf dem andern Bausche aufliegt, und haben diese Stellen nur eine geringe Länge, so fehlt die Wirkung ganz. Ist aber die Entfernung beider Stellen von dem geometrisch mittleren Querschnitte ungleich, so tritt eine Ablenkung ein, die jedoch im Ganzen gering ausfällt, und zwar um so mehr, vor je längerer Zeit der Tod des Thieres erfolgt ist. Die Stromesrichtung ist umgekehrt, wie im analogen Falle beim Muskel. Bei diesem geht sie von dem dem mittleren Querschnitte näher gelegenen Punkte im Bogen zu dem davon entfernteren (Untersuch. I, S. 517). *In der Haut hingegen ist der Strom im Längsschnitte von der dem geometrisch mittleren Querschnitte der Rolle entfernteren Stelle nach der näheren gerichtet.* Der Versuch ist leicht anzustellen. Ich messe mit einem Zirkel die Länge der Hautrolle und bringe genau an die halbe Länge irgend ein kleines zum Zeichen dienendes gefärbtes Körperchen, lege dann auf einen kleinen gläsernen Träger die Hautrolle auf, drücke ferner 2 gleich grofse Stellen des Längsschnitts an die Bäusche an. Ist die Anlagestelle des einen nahe dem Zeichen, so dafs also ein grofser Theil der Rolle frei übersteht, die andere Anlagestelle hingegen weit entfernt, also nahe dem Ende der Rolle ist, so wird man einen Ausschlag erhalten in dem Sinne, dafs die vom Zeichen entferntere Stelle positiv sich gegen die dem Zeichen nähere verhält. Oder ich möchte

mich lieber so ausdrücken: derjenige Theil der rechten oder linken Hälfte der Hautrolle, welcher dem künstlich gemachten Querschnitte am nächsten liegt, verhält sich dem dem künstlichen Querschnitte der anderen Hälfte entfernter liegenden Theile positiv.

3. *Schwache oder keine Ströme entwickeln sich beim Anliegeu zweier Querschnitte.*

Es versteht sich von selbst, dafs keinerlei Ungleichheit in den Multiplicatorkreis seyn darf, bevor die Hautrolle aufgelegt wird. Man mufs die Zuleitungsgefäfse von einander entfernen und dicht an einander rücken können, ohne dafs die Nadel ihre Stelle verläfst. Wenn eine Abweichung dennoch stattfindet, so mufs man abwarten, bis die Ladungen ausgeglichen sind. Bei der Benutzung von verquickten Zinkdrähten und Zinkvitriollösung ist dieser Uebelstand so gut wie vollständig beseitigt.

Die äufsere Hautoberfläche ist in ihrer elektromotorischen Eigenschaft sehr von der innern verschieden. Hr. Dubois hat bereits darauf hingewiesen und ich habe dasselbe bei meinen Versuchen gefunden. Bereitet man eine Rolle der Art, dafs die Innenfläche nach aufsen kommt und deren Oberfläche den Bausch berührte, so fällt die Ablenkung immer geringer aus und bleibt nicht selten ganz aus.

Ob in irgend einem Hauttheile der Strom aufsteigend oder absteigend sey, habe ich nicht wahrnehmen können. Stets war der Gegensatz zwischen Quer- und Längsschnitt, wie es schien, der einzig vorwaltende. Jedoch habe ich in dieser Beziehung nur wenige Versuche bis jetzt angestellt. Wiederholt wurde dasselbe Hautstück in der Richtung gerollt, dafs die Längenaxe der Rolle der Längenaxe des Körpers entsprach und dann wieder so, dafs die Längenaxe der Rolle der Queraxe des Körpers, ohne dafs ich einen Unterschied wahrzunehmen im Stande war.

Werden an eine Hautrolle die Drähte selbst angelegt, ohne Anwendung von Bäuschen, so zeigt sich der richtige Strom ebenso, wie auf den Bäuschen.

2. Nachweisung des Hautstroms durch den Froschnerven.

Es kam mir bei meinen ersten Versuchen zu gut, grofse, ächte Exemplare von *rana esculenta* benutzen zu können, welche mir schon sehr in die Augen fallende Erscheinungen zeigten, als ich noch nicht den wahren Zusammenhang kannte. Frösche dieser Art giebt es hier, welche selbst eine Länge von 8 pariser Zoll vom Scheitel bis zu den Zehen haben und durch ihre exorbitante Reizbarkeit sich auszeichnen. Ich stellte nach bekannter Weise ein Froschpräparat her, dessen Ende noch mit einem Stückchen Wirbelsäule verbunden war und dessen Unterschenkel noch mit Haut bedeckt blieb. Ein zugespitztes Glasstäbchen stiefs ich in die Muskelparthie, welche noch am Wirbelbande hing und konnte nun ohne alle Erschütterung den Nerven gut dirigiren. Bei allen meinen Versuchen dieser Art habe ich also selbstverständlich nur den natürlichen Längsschnitt des Nerven angewendet. Legte ich denselben an die Unterschenkelhaut, so sah ich sehr gewöhnlich Zuckung entstehen, welche jedoch viele Unregelmäfsigkeiten darbot. Gleich nach der Präparation fehlte sie zuweilen und kam erst später. Manchmal sah ich sie, wenn ich eine bestimmte Stelle der Haut berührte, nicht an einer anderen. Endlich versagte mir diese Stelle und eine andere that Wirkung, die es vorher nicht gethan hatte. Obgleich ich in der verschiedensten Weise mit dem Nerven hin- und herging, ihn einfach und gewunden auflegte, ich konnte kein anderes Resultat finden, als dafs fast an jedem Unterschenkel die Erscheinung auftrat, wenn ich nur herumsuchte. Manchmal kam sie deutlicher, wenn ich ein Stückchen Haut herausgeschnitten hatte und nun über die Muskelfläche hinweg die Nachbarhaut berührte; oft auch sah ich nur dann Erfolg, wenn ich einen kleinen, hervorstehenden Hautzipfel auf meinem Wege streifte. Ich schnitt aus der Unterschenkelhaut ein Stückchen aus, legte den Nerven auf den Muskel und vermifste jede Spur von Zuckung, wie auch J. Müller und Andere schon beobachtet hatten, brachte die Haut wieder auf ihre frühere Stelle und sah häufig die Zuckung wieder eintreten, und nach wiederhol-

ter Entfernung von Neuem schwinden. Ich nahm nun die Haut von einem anderen Körpertheile, legte sie auf dieselbe Platte, auf welcher der Schenkel lag, und beobachtete auch hier, dafs durch das vom Schenkel entfernt liegende Hautstück Zuckung im Schenkel entstehe, wenn dessen Nerv einzelne Stellen bald hier, bald dort berührte. Es war aber wenigstens in der grofsen Mehrzahl der Fälle erforderlich, dafs zwischen Haut und Schenkelhaut eine Verbindung vorhanden war. Eine dünne Flüssigkeitsschicht reichte vollkommen aus. Wenn ich das Hautstück auf eine Glastafel legte, und sorgfältig isolirte, so gelang es nur in den aller seltensten Fällen eine Zuckung zu erzeugen, so dafs ich selbst dann die Luftfeuchtigkeit als Leiter anzunehmen geneigt war, wenn ich auch isolirt hatte. Es war also nur auf einem Umwege immerhin mit der Haut des Schenkels der Nerv in Verbindung gebracht, und an dem bekannten Experimente Nichts geändert und Nichts aufgeklärt. Auch darin lag keine besondere Veränderung, wenn ich den Nerven mit dem auf einer Glasplatte ruhenden Hautstücke, anstatt direct, mittelst eines Kupferdrahtes oder mittelst der Finger der Hand [1]) in Berührung setzte. Der Erfolg trat auch in diesem Falle ein. Entschieden steigerte sich die Wirkung, wenigstens in sehr vielen Fällen, wenn ich an das Hautstück dicht ein Muskelstückchen anlegte, und oft versagte die Wirkung namentlich bei schon älter gewordener Haut, wenn ich den Muskel nicht anwandte.

Die Zuckungen, welche sich zeigten, waren mitunter sehr heftig und steigerten sich selbst bis zum Tetanus. Ich hatte Erscheinungen vor mir, welche an die erinnern, die man mit dem constanten Strom erkennt, je nachdem derselbe auf- oder absteigend den Nerven durchfliefst, und in verschiedenen Stadien der allmählich erlöschenden Lebensthätigkeit sich abweichend gestalten. Ich beobachtete ferner

1) Es bedarf nicht der Erwähnung, dafs man den Nerven selbst nicht mit den Fingern berühren darf, denn eine Temperatur von 35° C. auf einen Froschnerven angewandt, kann schon einen gewaltigen Tetanus bedingen.

auch sogenannte [1]) elektromotorische Zustände, deren Beschreibung indeſs nicht weiter hierher gehört.

So sicher ich seyn konnte, wenn ich eine *rana esculenta* zu den genannten Versuchen benutzte, Erfolg zu sehen, so vermiſste ich denselben bei den Bastardformen, sowie auch bei der *temporaria*. Dieſs rührte aber bloſs von dem Grade der Reizbarkeit her. Es ist nur ein quantitativer Unterschied. Der Nerv von *rana esculenta* brachte mir, wenn auch nie so sicher, doch einige Mal Zuckung durch eine andere Froschhaut, und der Nerv von *rana temporaria* Zuckung mit der Haut von *esculenta*.

Durchweg auch bei den schönsten Resultaten fand sich die innere Hautfläche ganz oder wenigstens fast ganz wirkungslos. Bei Umdrehung desselben Hautstückes, welches vorher und nachher zur Erzeugung bedeutender Zuckungen gedient hatte, war gewöhnlich keine Spur zu sehen.

Alle die angegebenen Versuche konnten mich nicht befriedigen, weil sie gar keinen Anhaltspunkt zu einem wissenschaftlichen Ausdrucke darboten. Erst nachdem ich, wie am Multiplicator, Hautrollen anwandte, konnte ich mit gröſserer Schärfe verfahren. Es wurden also durch sorgfältiges Legen von scharf abgeschnittenen Hautstücken Rollen mit guten Querschnitten hergerichtet [2]), dann an den Querschnitt ein mit destillirtem oder Brunnenwasser durchfeuchtetes kleines (etwa 25^{mm} langes) Bäuschchen und eben ein solches auf die Oberfläche (den Längsschnitt) angelegt. Der Nerv eines Froschpräparates wurde über eine kleine sehr einfache Vorrichtung ausgebreitet. Diese besteht darin, daſs ein Glasstäbchen an einem Ende hakenförmig umgebogen, am andern aber mit einem Siegellackfuſse versehen wird. Solcher kleiner Träger bedarf man zwei, in der Vertiefung des einen

1) Ich werde in einer demnächst erscheinenden Abhandlung darthun, daſs der von Hrn. Pflüger neuerdings entdeckte elektromotorische Zustand der Nerven nichts anderes als ein Kunstproduct des Autors ist.

2) Zum leichten Rollen der Haut ist es sehr zweckmäſsig, dieselbe frisch abgeschnitten auf Flieſspapier zu legen, wodurch die Feuchtigkeit aufgesogen wird.

liegt der Schenkel, in der des anderen das Wirbelende des Präparates. Man rückt nun die beiden Träger so, dafs der Nerv auf dem mit dem Querschnitte zusammenhängenden Bäuschchen dicht aufliegt, sonst aber frei ist. Das andere Bäuschchen fafst man entweder mit einem Glashäkchen oder mit einer Pincette mit Knochenspitzen etc., legt es zuerst auf den Längsschnitt auf, dann berührt man den Nerven. Sobald die Berührung erfolgt ist, zuckt der Nerven. Niemals versagt die Wirkung; man kann sie sehr häufig wiederholen. Hat man sich nun hinlänglich von der Existenz des Stromes zwischen Quer- und Längsschnitt überzeugt, so entferne man den einen Bausch von dem Querschnitte und lege ihn gleichfalls auf den Längsschnitt, auf dem der andere Bausch schon liegt. (Man mufs wohl darauf achten, dafs auch nicht das kleinste Ende von irgend einem Querschnitte mit dem Bausche in Berührung bleibt, sonst ist der Versuch getrübt.) Ist diefs geschehen und man schliefst die Kette, so fehlt in der Regel jede Spur von Zuckung, oder ist, wenn die Theile noch frisch und sehr reizbar sind, im Verhältnifs zu derjenigen, die man oben vor Augen hatte, aufserordentlich klein. Nur 1‴ vom Querschnitte entfernt, das Bäuschchen angelegt, bleibt Alles ruhig; der Querschnitt wird berührt, heftige Zuckung. Diefs Spiel kann man hundertmal hinter einander sehen. Derselbe negative Erfolg entsteht, wenn man beide Querschnitte verbindet, als wenn beide Längsschnitte den Bogen bilden.

Was oben von der geringen Wirksamkeit der inneren Hautfläche gesagt ist, hat natürlich auch hier seine volle Geltung.

Die Versuche am Froschschenkel geben also die schlagendste Controle zu denen, welche ich am Multiplicator angestellt hatte und sind deshalb besonders von Werth, weil es in Jedermanns Hand liegt, sich von dem Vorhandenseyn von Strömen in der Froschhaut leicht zu überzeugen, ohne dafs irgend welche nennenswerthe Vorbereitungen und Apparate erforderlich sind, und ohne dafs man durch Ladungen anderer Art, welche an so sehr empfind-



lichen Instrumenten, wie an einem Multiplicator mit vielen Tausenden von Windungen, so überaus leicht eintreten und Zweifel an dem Gesehenen erwecken können.

Greifswald, den 23. September 1860.